

论 著

320排CT双输入模型灌注成像在肺结节穿刺活检中的临床应用研究*

颜林军¹ 郭成伟^{2,*}

1.解放军总医院京西医疗区综合内科

(北京 100041)

2.解放军第八十二集团军医院医学影像科

(河北 保定 071000)

【摘要】目的 分析320排CT低剂量全肺双输入模型灌注成像(DI-CTP)血供分析在肺结节经皮CT引导穿刺活检的临床应用价值。**方法** 回顾性分析CT引导穿刺活检病例单发肺结节113例(直径1~4 cm),分为常规组(胸部增强CT)51例、DI-CTP组62例,比较两种穿刺方法的穿刺成功率、阳性率及临床符合率。**结果** 常规组对肺结节穿刺成功率92.15%(47/51)、穿刺活检阳性率82.35%(42/51),临床符合率为76.47%(39/51),DI-CTP组穿刺成功率98.38%(61/62)、穿刺活检阳性率95.16%(59/62),临床符合率为91.93%(57/62)。DI-CTP组穿刺活检阳性率($\chi^2=4.83$, $P<0.05$)及临床符合率($\chi^2=5.23$, $P<0.05$)显著高于常规组。**结论** 肺结节DI-CTP灌注参数结合灌注伪彩图为穿刺活检提供了直观影像学依据,显著提高了肺结节的鉴别诊断效能及穿刺活检临床符合率。

【关键词】 肺癌; 体层摄影术; 肺结节; 经皮活检术; CT灌注成像

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 河北省医学科研项目

(20210445、20221908)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.017

The Clinical Application of Dual-input Perfusion Imaging with 320 Slice CT in Percutaneous Pulmonary Nodules*

YAN Lin-jun¹, GUO Cheng-wei^{2,*}

1.Jingxi Medical district. PLA General Hospital, Beijing 100041, China

2.Department of radiology 82 Group hospital of PLA, Baoding 071000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To analysis the value of dual-input CT perfusion imaging (DI-CTP) in percutaneous pulmonary nodules with low-dose whole lung scan mode on 320 slice CT. **Methods** Total of 113 patients with single pulmonary nodule (diameter: 1~4 cm) were collected retrospectively and divided into control group (conventional enhanced CT) with 51 cases and DI-CTP group 62 cases respectively, and to compare the puncture success rate, positive rate and clinical coincidence between two groups. **Results** The puncture success rate and positive rate of pulmonary nodules in the control group were 92.15% (47/51) and 82.35% (42/51), and the clinical coincidence rate was 76.47% (39/51). The puncture success rate and positive rate of pulmonary nodules in the DI-CTP group were 98.38% (61/62) and 95.16% (59/62), and the clinical coincidence rate was 91.93% (57/62), respectively. The positive rate of DI-CTP group ($\chi^2=4.83$, $P<0.05$) and clinical coincidence rate ($\chi^2=5.23$, $P<0.05$) were significantly higher than that of in the control group. **Conclusion** The pseudocolor image and quantitative parameters of DI-CTP that provides visual imaging basis for puncture biopsy of pulmonary nodules, and improves the differential diagnosis efficiency and the accuracy of clinical diagnosis significantly.

Keywords: Lung Cancer; Tomography; Pulmonary Nodules; Percutaneous Biopsy; CT Perfusion Imaging

周围型肺癌(肺癌)是血管生成依赖性疾病,支气管动脉参与(或主要)其生长过程,对其血供评估有助于其鉴别诊断和治疗^[1-3]。双输入模型CT灌注成像(dual-input body CT perfusion imaging, DI-CTP)可定量评估肺癌体循环(支气管动脉灌注量, BF)、肺循环(肺动脉灌注量, PF)、肺动脉灌注指数($PI=PF/(PF+BF)$)及灌注总量($TLP=PF+BF$)等参数,有助于肺癌的鉴别诊断^[4-5]。因此,本文应用320排CT低剂量肺结节灌注成像,依据其灌注伪彩图及灌注定量参数对肺结节内部成分鉴别分析及筛选穿刺点,与常规CT(胸部增强)引导穿刺活检作对照研究,探讨DI-CTP在肺结节经皮CT引导穿刺活检中的临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析2015年6月至2019年12月我院经皮CT肺部穿刺活检患者影像和病理学资料,所有的影像学资料由两位主治资格以上的放射学诊断医师经双盲法阅片,确定肺内为单发实性结节,直径(1~4 cm)。常规组:51例,男21例,女29例,年龄46~75岁,平均(58 ± 0.36)岁,即以CT增强图像确定穿刺点(靶区);DI-CTP组:62例,男38例,女24例,年龄45~75岁,平均(59 ± 0.75)岁,DI-CTP定量血供评估后,以其灌注伪彩图(BF或PF)确定穿刺点。

纳入标准:临床需病理确诊、影像表现为肺周围性病变(1~4cm);纤维支气管镜检查及痰细胞筛查阴性患者;术前CT图像评估显示有可选择的穿刺进针路径;术前凝血、心电图等术前检查均无异常;排除标准:患者不能配合屏气或止咳未缓解、恶病质、严重心肺功能不全者,耐受差的高龄患者;无有效的穿刺路径;灌注总量($TLP=PF+BF$) $>200\text{ mL/min}^{-1}$ 或CT增强最大强化差值 $>100\text{ Hu}$ 血供丰富结节;DI-CTP不能评估的纯磨玻璃样(或混杂磨玻璃,实性成分 $\leq 50\%$);所有病例均在固定CT、影像医师进行穿刺活检,穿刺前、CTA检查前均需签署知情同意书,本研究经医院伦理委员会批准(2021011)。

1.2 检查方法 应用Toshiba Aquilion One 320 CT行全肺(包括肺动脉干、左心房、结节及胸主动脉)低剂量灌注成像(DI-CTP)或常规肺CT增强扫描。

DI-CTP扫描参数:100 kV, 25mA, 扫描时间0.5s, 重建层厚0.5mm, 碘海醇(350 mg I/mL)40mL, 注射速率6mL/s, 延迟2 s后动态容积扫描,共17个容积,间隔2 s, 扫描时间34 s, Z轴扫描范围16.0cm(辐射平均剂量5.09mSv)。灌注容积数据经后处理得出:肺动脉血流量(PF)、支气管动脉血流量(BF)、计算灌注总量($TLP=PF+BF$)。常规CT胸部增强扫描参数:120KV, 250mA, 扫描层厚5mm, 重建层厚0.5mm, 碘海醇(350 mg I/mL)60~70mL, 注射速率3mL/s, 动脉期延迟20s、静脉期延迟45s扫描,范围从肺尖至双侧肾上腺,平均辐射剂量9~10.0 mSv, 最大强化差值:肺结节动脉期或静脉期与CT平扫最大差值。

1.3 穿刺方法及步骤 穿刺活检点选取:(1)常规组:穿刺前阅读CT增强图像,穿刺点避开结节内坏死区域、结节内或周围可见血管结构,以结节内强化均匀的区域为穿刺点。

【第一作者】 颜林军,男,主治医师,主要研究方向:老年医学。E-mail: gcw66157@126.com

【通讯作者】 郭成伟,男,主治医师,主要研究方向,腹部影像诊断学。E-mail: gcw323765@163.com

(2)DI-CTP组：以支气管动脉(BF)灌注伪彩图①血供均匀的结节(肺动脉、支气管动脉或二者均衡供血)，以结节内灌注均匀区域为穿刺点，②血供非均衡结节，以支气管动脉血供区域为穿刺点(图1~图2)。

穿刺步骤：(1)阅读术前CT片，以肺内结节的位置选择相应的体位及穿刺点，沿肺纹理走向、避开穿刺路径及结节周围可见血管、支气管，以及结节内可见血管、坏死、空腔及可辨别的肺不张组织等结构，穿刺点消毒、铺巾、麻醉，然后CT定位扫描进针方向，18G穿刺针快速刺入肺结节内，然后置入20G Super-CoreTM活检针，取材1~2次，取材长度0.5~2.0cm，穿刺活检组织经甲醛溶液浸泡病理学检测。所有患者穿刺结束后再次CT扫描，观察有无气胸、出血等并发症情况，若无并发症，观察30分钟后，再返回病房监测患者生命体征。

1.4 评价观察指标 穿刺活检结果的判定：(1)穿刺活检病理为肺泡组织、少许炎性组织或异性组织等为阴性；取得有诊断价值的良性或恶性病理组织为阳性；穿刺成功率=穿刺活检阳性病例/穿刺活检阴性+阳性病例。(2)穿刺阳性率(准确性)：穿刺活检病理为恶性或良性并被临床确诊的病例/阴性+阳性病例。(3)临床符合率(病理诊断准确率)：手术后病理和未手术者以临床诊治确诊/穿刺活检阴性+阳性病例。(4)常规及DI-CTP组诊断肺结节的敏感性和特异性。(5)主要并发症的评估：气胸和肺出血。

1.5 统计学分析 应用SPSS 20.0软件，计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示，应用 χ^2 检验比较两种穿刺方法穿刺成功率、穿刺阳性率、临床符合率及主要并发症的差异， $P<0.05$ 统计学有意义。

2 结果

2.1 常规组与DI-CTP组穿刺成功率、阳性率及临床符合率比较 常规组穿刺成功率92.15%(47/51)，穿刺病理阴性4例，3~6月后随访，1病灶吸收(临床诊断炎性结节)，另外3例增大，临床诊断转移瘤(抗肿瘤治疗缩小)；7例穿刺活检细胞学病理与术后病理或临床随访治疗不符，其中5例穿刺病理炎性组织，1月再次穿刺或手术病理高分化腺癌1例、黏液性腺癌1例、小细胞肺癌1例、硬化性血管瘤1例、真菌感染1例；2例穿刺活检病理为腺癌，6~12月随访临床诊断转移瘤(胃肠道来源1例，肝癌1例)。良性结节23例，恶性结节28例。常规组穿刺阳性率82.35%(42/51)，临床符合率为76.47%(39/51)，对肺结节诊断敏感性82.14%(23/28)，特异性78.26%(18/23)。共计穿刺活检诊断42例，手术病理诊断3例，临床诊断6例。

DI-CTP组穿刺成功率98.38%(61/62)，穿刺阴性1例，6月后随访病灶消失(临床考虑炎性结节)。4例穿刺活检细胞学病理与术后病理或临床随访治疗不符，1例穿刺病理低分化腺癌、最终术后病理鳞癌，1例穿刺病理为大细胞肺癌，术后病理为腺癌。2例病理为慢性炎症(炎性假瘤)，随访6月后体积变大，1例手术后病理为鳞癌，1例转移瘤(黏液腺癌)。良性结节23例、恶性结节39例。DI-CTP引导穿刺活检阳性率95.16%(59/62)，临床符合率为91.93%(57/62)，对肺结节诊断的敏感性92.30%(36/39)，特异性91.30%(21/23)，见图1-图2。共计穿刺活检诊断57例，手术病理诊断4例，临床诊断1例。

DI-CTP穿刺活检阳性率高于常规组($\chi^2=4.83$ ， $P<0.05$)，临床符合率亦高于常规组($\chi^2=5.23$ 、 $P<0.05$)，两组间穿刺成功率无显著性差异($\chi^2=0.63$ ， $P>0.05$)，见表1。

1.2 常规组与DI-CTP组主要并发症比较 常规组气胸发生率19.60%(10/51)、出血发生率为25.49%(13/51)；DI-CTP组气胸发生率19.35%(12/62)、出血发生率为33.87%(21/62)。两种穿刺方法出血、气胸并发症发现率均无显著性差异($P>0.05$)，见表2。

3 讨论

3.1 肺结节CT穿刺活检目前存在的问题 孤立性肺结节(1~4cm)是常见的肺周围性病变，常规影像学检查如CT、PET-CT在定位、诊断中起到了重要作用^[6]，但明确病理诊断是临床精准治疗所需，其中CT引导下细针穿刺活检(Transthoracic needle

biopsy, TNB)是临床最常用的获取病理组织的方法，为减少并发症，目前穿刺针型号多为18~20G，内径1.0~1.2mm，穿刺组织量非常有限，并不能完全代表结节的性质，而结节(肿瘤)多由坏死、不张肺组织、炎性等成分混杂而成，文献报道存在20~30%假阴性率^[7-8]。因此，准确选择病灶穿刺靶区是提高穿刺的阳性率和病理诊断准确率(临床符合率)关键问题。

3.2 320排CT双输入模型全肺灌注成像(DI-CTP)引导穿刺活检优势^[9-11] (1)DI-CTP是形态与功能相结合成像方法手段，可定量分析灌注部位病变组织的微循环灌注量(灌注细微解剖信息，即支气管动脉和肺动脉各自所占血供的比例)，准确反映肺结节内血流灌注、血供分布等情况，同时DI-CTP可区分由肺动脉供血的炎性组织、坏死组织(不完全坏死成分)以及无灌注量的不张肺组织(图2)，而周围型肺癌(恶性结节)支气管动脉所占比例大^[3]，在支气管动脉灌注量(BF)显著增加区域，即为肿瘤组织活性区域进行穿刺不仅提高穿刺活检阳性率、更有助于准确病理诊断。(2)灌注伪彩图精准定位价值：肺结节(BF、PF、PI)灌注伪彩图的多平面重组(横轴面、冠状面、矢状面)多方位分析指导其准确的穿刺定位，结合DI-CTP多期相动态增强图像的肺结节血管三维重建有利于穿刺路径的设计。(3)灌注伪彩图对肺结节鉴别诊断价值：恶性结节在DI-CTP灌注伪彩图显示BF灌注图蓝色部分较PF图多，而PF灌注图红色部分较BF灌注图少。良性病灶主要由肺动脉供血，再者部分乏血供的良性结节，如硬化性血管瘤、肺错构瘤等病变在PF及BF灌注伪彩图上显示为斑片状、大片状的乏血供的紫色区域；因此，在DI-CTP灌注参数及伪彩图引导下穿刺活检，可显著提高穿刺活检阳性率和临床符合率。

3.3 DI-CTP引导穿刺活检降低并发症发生 气胸和出血是肺结节经皮穿刺活检最主要的并发症，研究证实与进针的深度、穿刺次数增加成正相关^[7-8]。肺内病灶与胸壁距离 ≥ 2 cm时，需要反复定位和穿刺，患者气胸、咯血发生率高。再者，病灶位于肺内较深的位置、其周围血管较丰富，因此在穿刺过程中极易损伤肺血管，进而导致咯血发生风险增高^[8]。血供丰富的结节(TLP >200 mL/min⁻¹或最大强化差值 >100 Hu)不仅结节内微循环丰富、结节的周围也存在密集的供血血管，穿刺过程易出血。本研究穿刺术前肺结节的血供定量分析以及肺结节三重重建避开穿刺血管是减少穿刺活检肺出血措施之一，本研究较前文献报道本文肺出血的发生率相对较低^[1,7,11]；再者，灌注伪彩图对肺结节鉴别诊断价值因而可减少瘤灶内反复进针活检次数而造成的气胸等并发症。

3.4 双输入模型全肺灌注成像(DI-CTP)具有低辐射优势 320排DI-CTP是采用(adaptiveiterative dose reduction, AIDR)低剂量容积扫描技术(平均辐射剂量5.09mSv)，辐射剂量较常规胸部增强CT检查(平均辐射剂量9~10mSv)显著减低^[10]，更易于可重复性检查和患者接受。

3.5 本研究不足之处 由于受空间分辨率限制及低剂量扫描局限性，磨玻璃样非实性结节，其DI-CTP应用受限；再者，对肺结节小血管(或微小血管)检出非优于常规CT增强扫描，后续研究采用DI-CTP加一期增强扫描，可在一定程度上弥补低剂量DI-CTP在显示血管方面的不足。

综上所述，肺结节DI-CTP较常规CT增强扫描可以更直观地分析、测量肺结节内部灌注差异，区分肿瘤组织、炎性组织、坏死组织及不张肺组织，为穿刺活检提供更加直观的影像学依据，提高了肺结节穿刺活检的阳性率及临床符合率(病理诊断准确率)。

表1 常规组与DI-CTP穿刺成功率、阳性率及临床符合率比较

组别	穿刺成功率[% (例)]	穿刺阳性率[% (例)]	临床符合率[% (例)]
常规组(n=50)	92.15(47/51)	80.39(42/51)	76.47(39/51)
DI-CTP(n=60)	98.38(61/62)	95.16(59/62)	91.93(57/62)
χ^2	0.63	4.83	5.23
P	0.42	0.03	0.02

注：穿刺成功率、阳性率及病理诊断准确率：Fisher检验

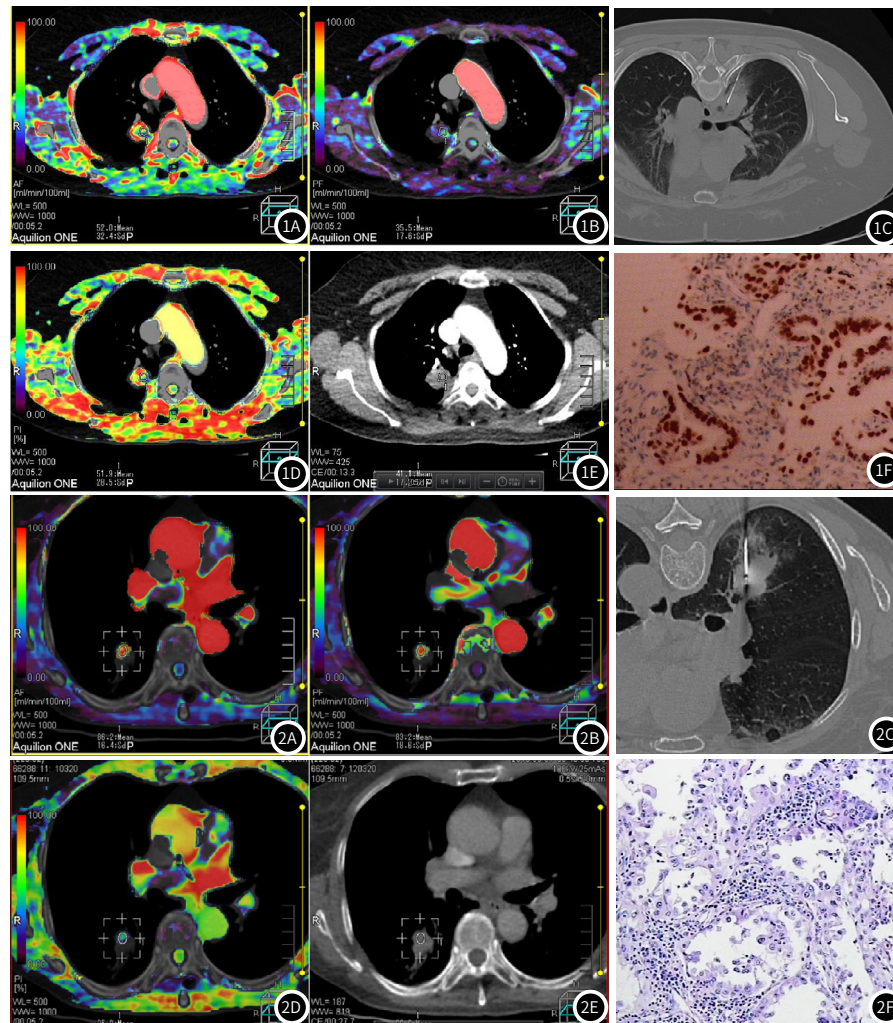


图1A~图1F 患者 女, 48岁, 右肺上叶结节(A: 肺动脉灌注量及伪彩图PF, B: 支气管动脉灌注量及伪彩图BF, C: 肺动脉灌注指数(PI), D: CT增强; E: 穿刺活检定位; F: 免疫组化染色)。肺结节增强扫描中度均匀强化, CT值约41.1Hu(1D), DI-CTP示肿物为不均匀灌注, 外侧缘为肺动脉灌注为主、病灶内侧支气管供血为主(PF=52.0 mL·min⁻¹, BF=35.5 mL·min⁻¹, PI=51.9%, 图1A-C), 以病灶内侧支气管动脉供血区域(灌注伪彩图蓝色区域)为穿刺活检区域(1E), 免疫组化(1F): TTF-1、NapsinA、p63阳性, ALK阴性, 提示腺癌。**图2A~图2F** 患者 男, 56岁, 右肺下叶肿物、支气管镜活检阴性; CT增强示病灶密度、强化均匀(2D), 而DI-CTP示病灶大部为无灌注的肺不张组织, 病灶内侧为高灌注区域(PF=86.2 mL·min⁻¹, BF=83.2 mL·min⁻¹, PI=32.2%, 图2A-C)提示恶性, 穿刺活检点定位于提示恶性组织的高灌注区域(2E), 病理为高分化腺癌(2F)。

表2 常规组与DI-CTP主要并发症肺出血及气胸比较

组别	出血[% (例)]	气胸[% (例)]
常规组(n=51)	25.49(13/51)	19.60(10/51)
DI-CTP(n=62)	33.87(21/62)	19.35(12/62)
χ^2	0.93	0.01
P	0.4	1.0

参考文献

- [1] Ping Zhan, Qing-Qing Zhu, Ying-Ying Miu, et al. Comparison between endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and CT-guided transthoracic lung biopsy for the diagnosis of peripheral lung cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Translational lung cancer research, 2017, 6 (1): 23-34.
- [2] 李国仁, 戴建华. 我国肺部结节精准诊断的现状与研究进展[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2019, 35 (9): 566-572.
- [3] 肖湘生, 于红, 李惠民, 等. 肺癌支气管动脉与肺动脉CT血管造影分析[J]. 中华肿瘤杂志, 2006, 28 (4): 302-5.
- [4] 顾晓雯, 崔磊, 江建芹, 等. CT灌注成像评估肺癌疗效的研究进展[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50 (10): 804-6.
- [5] 郝永, 颜林军, 刘如煊, 等. CT双输入模型低剂量容积灌注成像对肺孤立性炎性假瘤的诊断价值[J]. 临床误诊误治, 2021, 34 (1): 71-76.
- [6] 王逸飞. CT征象与Lung-RADS分级对孤立性肺结节良恶性鉴别价值[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29 (9): 26-27.
- [7] Zhen-Guo Huang, Hong-Liang Sun, Cun-Li Wang, et al. CT-guided transthoracic needle biopsy of pulmonary lesions: comparison between the cutting needle and aspiration needle[J]. The British journal of radiology, 2021, 94 (1118).
- [8] 李海艳, 韩琨, 贾子睿. 不同病理种类直径 ≤ 1 cm纯磨玻璃密度肺腺癌MSCT影像学征象分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (6): 56-58.
- [9] 邓玉瑛, 周全. 首过期双输入模型容积CT灌注成像在肺结节诊断中的价值[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2018, 39 (1): 30-34, 40.
- [10] 傅文悦, 朱广辉. Revolution CT能谱成像技术对不同性质肺结节鉴别诊断价值的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (6): 58-61.
- [11] Xiaoliang Chen, Yanyan Xu, Jianghui Duan, et al. Correlation of iodine uptake and perfusion parameters between dual-energy CT imaging and first-pass dual-input perfusion CT in lung cancer[J]. Medicine, 2017, 96 (28): 7479.
- [12] 宁爱东, 张林飞, 汪国伟. CT三维重建成像对孤立性肺结节形态特征的显示及良恶性的诊断价值探究[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29 (8): 36-38.
- [13] Waseem M, Hajjar, Ibrahim M, et al. Complications and Risk Factors of Patients Undergoing Computed Tomography-Guided Core Needle Lung Biopsy: A Single-Center Experience[J]. Cureus, 2021, 13 (8): 16907.

(收稿日期: 2022-09-12)

(校对编辑: 孙晓晴)